



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012105165/02**, **14.02.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.02.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **14.02.2012**(45) Опубликовано: **20.04.2013** Бюл. № 11(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2309187 C2**, **27.10.2007**. **EP 0508542 A2**, **14.10.1992**. **RU 2005114377 A1**, **27.10.2005**. **AU 769367 B2**, **16.07.2001**. **US 5123956 A**, **23.06.1992**. **US 6342190 B1**, **29.01.2002**.

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
отдел интеллектуальной собственности, Т.В.
Маркс**

(72) Автор(ы):

**Лобанов Владимир Геннадьевич (RU),
Кузас Евгений Александрович (RU),
Мельников Анатолий Викторович (RU),
Прокудина Елена Владимировна (RU),
Каратаева Александра Владимировна (RU),
Викулов Василий Иович (RU),
Набиуллин Фарит Миннихметович (RU),
Начаров Владимир Борисович (RU),
Филонов Николай Александрович (RU),
Русских Александр Алексеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
Имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)****(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии благородных металлов, в частности к способу извлечения благородных металлов из руд и концентратов по схеме обжиг-выщелачивание. Способ включает обработку исходного материала при нагреве в атмосфере водяного пара и последующее выщелачивание благородных металлов из продукта обработки в растворах реагентов. При этом обработку исходного материала проводят в атмосфере

водяного пара в смеси с кислородом при температуре 300-500°C при содержании кислорода в газовой смеси в пределах 10-20%. Отходящие при обработке газы приводят в контакт с раствором, который объединяют с раствором выщелачивания. Техническим результатом изобретения является снижение температуры и затрат при подготовке упорных руд и концентратов к выщелачиванию. 1 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 479 650** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

C22B 11/00 (2006.01)

C22B 1/02 (2006.01)

C22B 3/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2012105165/02, 14.02.2012**

(24) Effective date for property rights:
14.02.2012

Priority:

(22) Date of filing: **14.02.2012**

(45) Date of publication: **20.04.2013 Bull. 11**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, otdel
intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Lobanov Vladimir Gennad'evich (RU),
Kuzas Evgenij Aleksandrovich (RU),
Mel'nikov Anatolij Viktorovich (RU),
Prokudina Elena Vladimirovna (RU),
Karataeva Aleksandra Vladimirovna (RU),
Vikulov Vasilij Iovich (RU),
Nabiullin Farit Minniakhmetovich (RU),
Nacharov Vladimir Borisovich (RU),
Filonov Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Russkikh Aleksandr Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet Imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU)**

(54) EXTRACTION METHOD OF PRECIOUS METALS FROM ORES AND CONCENTRATES

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: method involves processing of base material during heating in water vapour atmosphere and further leaching of precious metals from processing product in solutions of reagents. Besides, processing of base material is performed in water vapour atmosphere, which is mixed with oxygen at the temperature of 300-500°C at oxygen

content in gas mixture within 10-20%. Waste gases released during the processing are brought into contact with the solution that is combined with a leaching solution.

EFFECT: decrease of temperature and reduction of costs at preparation of refractory ores and concentrates to leaching.

1 tbl, 1 ex

RU 2 479 650 C1

RU 2 479 650 C1

Изобретение относится к металлургии благородных металлов и, в частности, к способам гидрометаллургического извлечения металлов из технологически упорного сырья, например из углистых руд и концентратов. Предлагаемый способ может быть использован при проведении анализов, а также при проведении геохимических, геолого-поисковых и геолого-разведочных работ, переоценке балансовых и забалансовых запасов в природном и антропогенном сырье.

подавляющее большинство видов минерального сырья благородных металлов состоит из кристаллических и аморфных неорганических и органических компонентов. В благоприятных случаях благородные металлы могут находиться в сырьевой матрице в форме дискретных металлических частиц или вкраплены в структуру определенных минералов-носителей. Такое сырье не представляет технологических трудностей для промышленности и анализа.

Во многих видах руд и концентратов золото и платиновые металлы находятся в форме отдельных ядер, субатомного размера скоплений и кластеров, которые химически или физически связаны с окружающим конденсированным неорганическим и органическим веществом матрицы. При таком рассеянии извлечение любых элементов из матрицы сырья представляет исключительно трудную задачу. Например, к технологически упорным видам золотосодержащего сырья относят граниты, глины, метаморфические сланцы, гнейсы, в особенности углеродсодержащие, черные пески, графит и многие другие. В этих породах, особенно углеродсодержащих, могут встречаться значительные количества благородных металлов, рассеянных в матрице. Они плохо поддаются извлечению при переработке традиционными методами цианирования. В многочисленных публикациях подчеркивается, что органические соединения золота и платины не растворяются в цианистых растворах и остаются в хвостах выщелачивания.

Наиболее распространенные способы переработки упорных руд и концентратов включают предварительное проведение физической дезинтеграции сухим или мокрым способом до технически и экономически оправданного размера частиц, по крайней мере до 0,1-0,01 мм. Эта операция позволяет частично обнажить включение благородных металлов, находящихся в матрице в форме самородных или интерметаллических частиц, имеющих размеры не менее 0,001 мм. Более мелкие частицы золота могут быть отделены от матрицы сырья и извлечены на следующем этапе в реакционный раствор только после дальнейшей химической дезинтеграции упорных частиц матрицы сырья. Для этого упорное сырье после физического измельчения подвергают термохимической, химической или более сложной обработке. Например, упорное сырье подвергают окислительному обжигу при 500-1000°C с последующим выщелачиванием благородных металлов из огарка ([1] Масленицкий И.Н., Чугаев Л.Г. Металлургия благородных металлов. - М.: Металлургия, 1987. - 366 с.). Разновидностью подготовки концентратов к цианированию является обжиг в присутствии извести или других кальцийсодержащих материалов ([2] Патент РФ №2078146 от 27.04.1997), при котором решается проблема утилизации сернистых газов.

В указанных способах непродуктивные компоненты матрицы сырья разрушают, а благородные металлы переводят в раствор, концентрируют и далее выделяют из них товарный продукт известными способами.

Ни одним из известных способов промышленной (не лабораторной) химической обработки реагентами не удается достичь требуемой полноты вскрытия упорной части матрицы сырья или достаточной ее проницаемости для окислителей, комплексообразователей или экстрагентов, которая могла бы обеспечить

максимальное извлечение редких металлов. В этой связи значительная часть ценных металлов безвозвратно теряется с хвостами выщелачивания, что приводит к снижению экономической и экологической эффективности производства. Наиболее радикальным подходом является плавка упорных концентратов на свинцовый, медный или иной сплав с последующим выделением из него благородных металлов известными методами [1].

Пирометаллургическая переработка упорного сырья, включающая в т.ч. окислительный обжиг или плавку с целью коллектирования благородных металлов медью, свинцом или другими металлами, неизбежно сопровождается потерями "микронных" частиц золота и платиноидов с пылями и газообразными продуктами.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является способ переработки золотосодержащих руд и концентратов (Патент РФ №2309187 от 27.10.2007), включающий обжиг в атмосфере водяного пара при температуре в печи 700-900°C. Предварительно измельченное сырье помещают в печь и нагревают в атмосфере пара. В указанных условиях матрица сырья разрушается, в частности в газовую фазу переходит сера и мышьяк, а микрочастицы благородных металлов полностью вскрываются для дальнейшего цианирования. Если исходное сырье содержит органический углерод, то, как показывает практика, в атмосфере пара он также разлагается. Продукт обработки паром подвергают выщелачиванию в растворах реагентов. В частности, выщелачивание продукта обжига в цианистых растворах протекает без осложнений.

Вместе с тем, газообразные продукты указанной реакции и сернистые газы увлекают освободившиеся микрочастицы благородных металлов и выносят их из огарка. Последующее улавливание золота из отходящих серосодержащих газовых продуктов и пылей существенно усложняет процесс.

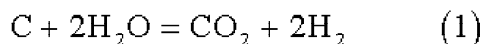
В основу изобретения положена задача упрощения подготовки упорных концентратов, прежде всего углистых, к цианистому выщелачиванию при исключении потерь благородных металлов. В частности, целью является снижение температуры и соответствующих затрат при обработке сырья паром.

Указанный технический результат достигается тем, что обжиг концентратов ведут в атмосфере водяного пара и кислорода при температуре 300-500°C, причем содержание кислорода в исходной газовой смеси поддерживают в пределах 10-20%, а отходящие газы приводят в контакт с раствором, который используют при выщелачивании.

В основе предлагаемого способа лежит химико-термическое разрушение органической матрицы, как составной части углистых руд и концентратов благородных металлов, для повышения эффективности последующего выщелачивания.

Ведение процесса по способу прототипа при температурах выше 700°C также позволяет разрушить органические структуры, но в таких условиях происходит окисление сульфидной серы, сопровождающееся выделением больших объемов диоксида серы и мышьяка; образуются оксиды железа и цветных металлов. Оба обстоятельства негативно отражаются на технико-экономических показателях процесса: высоки затраты на перегрев пара, на утилизацию и очистку газов, а частицы благородных металлов в той или иной степени экранируются пассивирующими пленками - извлечение при цианировании снижается.

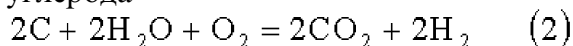
Хорошо известно, что минеральные формы углерода и органических соединений, в первую очередь графит, весьма устойчивы на воздухе. В атмосфере водяного пара без кислорода окисление углерода по реакции



в соответствии с термодинамическими расчетами начинается при 650°C.

Термодинамическими расчетами показано, что в присутствии кислорода окисление

углерода



должно протекать во всем диапазоне температур. Результаты опытов установлено, что окисление углистых веществ в составе золотосодержащих концентратов в атмосфере водяного пара и воздуха начинается при температуре 250-270°C. Скорость разложения органики, приемлемая для практического применения этого метода, достигается при температуре выше 300°C. Примечательно, что при совместном действии пара и кислорода воздуха окисление сульфидов получает развитие начиная лишь с 600°C.

На скорость окисления органических веществ существенно влияет содержание кислорода в исходной газовой смеси. В используемых на практике устройствах (парогенераторах) пар получают испарением воды в закрытых и герметичных емкостях. С целью экономии энергии при последующем перегреве и поддержании высокой температуры пара стремятся не допускать его разбавления воздухом. Практически содержание свободного кислорода в газовой смеси, подаваемой на обработку концентратов за счет «подсоса» воздуха, может составлять 1-2%. Как показал опыт, при температурах от 300 до 600°C такого количества кислорода недостаточно для активации процесса по реакции (2). И лишь при содержании кислорода 10-12% в указанном диапазоне температур наблюдается интенсивное окисление и разложение углистых веществ минеральных концентратов. Обработка углистых концентратов при температуре более 600°C дополнительного эффекта не дает, а при наличии в обрабатываемом сырье сульфидов начинается интенсивное окисление сульфидов, что не всегда оправдано. Больше, чем 20%, содержание кислорода в исходной смеси также не дает положительного эффекта. В этой связи оптимальным составом газовой смеси является атмосферный воздух, по объему разбавленный в 1,5-2 раза паром.

В результате окисления органического углерода частицы металлического золота освобождаются для последующего выщелачивания. Установлено, что органические соединения золота при этом разрушаются, золото восстанавливается до металлического состояния, т.е. переходит в цианируемую форму.

Вместе с тем, микрочастицы золота, присутствующие в сырье изначально и образовавшиеся при разложении органики («пылевидное» золото), при обработке паром могут увлекаться из реактора выходящей парогазовой смесью. Пар в данной системе является хорошим экстрактором золота, не позволяющим оседать ему на стенки газохода. Для улавливания частиц благородных металлов парогазовую смесь целесообразно приводить в контакт с водой или с специальными улавливающими растворами, например, барботированием. Аналогичный подход предложен для улавливания золота из дымовых газов, образующихся при сжигании угля (Патент РФ №2249054 от 27.03.2005). В данном способе в качестве улавливающих золото можно использовать технические оборотные растворы, используемые для выщелачивания золота из продуктов обработки концентратов паром. Благородные металлы переходят при этом в раствор и далее извлекаются известными методами в основной технологии.

Реализация предлагаемого способа рассмотрена в следующих примерах.

Исходный золотосодержащий сульфидный (пиритный) концентрат содержал 37 г/т

золота, 85 г/т серебра, 43% сульфидной серы и 1,1% органического углерода. Углерод в соответствии с данными ИК-спектроскопии был представлен битумоидной и органоминеральной формами. По совокупности свойств, проявляемых концентратом в процессах цианирования, он может быть отнесен к разряду упорных. Прямое

5 цианирование концентрата позволяет извлечь в раствор золото не более чем на 47%, серебро - на 29%.

Навески золотосодержащего углистого концентрата массой по 200 г с целью термохимического вскрытия золота перед цианированием подвергали обработке в

10 токе перегретого пара на лабораторной установке. Для этого концентрат помещали на пористую перегородку в вертикально расположенной трубчатой печи с электрическим нагревателем. Нагрев до заданной температуры осуществляли с контролем при помощи хромоалюминиевой термопары, спай которой помещали

15 непосредственно в объем концентрата. Автоматическую регулировку температуры осуществляли микропроцессорным одноканальным измерителем-регулятором ТРМ1 по ПИ-закону.

Источником пара служила герметичная емкость с водой, подогреваемая до температуры интенсивного кипения и соединенная с реактором парового испарения. Пар

20 снизу вверх проходил через слой концентрата и по горячему трубопроводу поступал в емкость с улавливающим раствором. Избыточное давление пара в рабочей зоне соответствовало глубине погружения отходящего трубопровода в улавливающий раствор и составляло 0,005 мПа. Расход пара и продолжительность обработки (1 час) во всех опытах были одинаковы.

Для введения в исходную смесь кислорода непосредственно в пароподогревающую часть печи подавали воздух (в опытах 4 и 5 - кислородно-воздушную смесь). Содержание кислорода в паровоздушной смеси, контактирующей с навеской, рассчитывали с учетом расходов пара, воздуха, указанного давления в реакционной

30 зоне и заданной температуры по известным зависимостям.

После парового испарения и охлаждения навески концентрат подвергали выщелачиванию в реакторе с пневмомеханической мешалкой (лабораторной флотомашине) в цианистом растворе (1 г/л NaCN, pH 10,3, Ж:Т=2:1, продолжительность 24 часа). После выщелачивания пульпу фильтровали, кек

35 промывали, определяли содержание золота и серебра в растворе и в твердом остатке. С учетом полученных цифр рассчитывали извлечение золота.

Опыт 6 провели по условиям прототипа: в печь подавали только пар и нагревали навеску до 750°C

Улавливающие пар растворы анализировали на содержание золота. В опыте 7 для приготовления выщелачивающего раствора использовали раствор, полученный при улавливании пара на стадии парового испарения исходной навески. Результаты опытов представлены в таблице 1. Растворы, полученные при улавливании паров по способу прототипа, имели кислый характер по причине образования в них сернистой и серной

45 кислоты. Такие растворы использовать для приготовления выщелачивающего цианистого раствора нельзя. Для извлечения золота из них требуется самостоятельная технология.

Таблица 1

Результаты опытов					
№ опыта	Температура парового испарения, °C	Содержание кислорода в смеси, %	Извлечение в раствор, %		Золото, извлеченное в улавливающий раствор, %
			Au	Ag	
					Au

1	250	5	58	37	42	0
2	300	10	79	64	19	2
3	400	15	85	69	13	2
4	500	20	87	72	10	3
5	600	25	85	71	9	6
6 прототип	750	Не рассчитывали	80	73	12	8 Раствор кислый
7	450	15	83	71	13	2

Сопоставительный анализ известных технических решений, в т.ч. способа, выбранного в качестве прототипа, и предлагаемого изобретения, позволяет сделать вывод, что именно совокупность заявленных признаков обеспечивает достижение усматриваемого технического результата. Реализация предложенного технического решения дает возможность повысить извлечение золота из углистых концентратов в товарные растворы на 3-5% и снизить затраты на обработку концентратов.

Формула изобретения

Способ извлечения благородных металлов из руд и концентратов, включающий обработку исходного материала при нагреве в атмосфере водяного пара и последующее выщелачивание благородных металлов из продукта обработки в растворах реагентов, отличающийся тем, что обработку исходного материала проводят в атмосфере водяного пара в смеси с кислородом при температуре 300-500°C, причем содержание кислорода в газовой смеси поддерживают в пределах 10-20%, а отходящие при обработке газы приводят в контакт с раствором, который объединяют с раствором выщелачивания.